

2. Housing and utilities and the quality of life in the XXI century: environmental models, new technologies and management practices: a collective monograph / I.P. Silin, G.V. Astratova et al.: under. ed. I.P. Silina, G.V. Astratova. Moscow; Yekaterinburg: Science of Science, 2017. 600 p.
 3. Quality of life: Problems and prospects of the XXI century. / Astratova G.A., Mehrentsev A.V., Khrushcheva M.I., Zalesov S.V. et al. Yekaterinburg: Strategy of Positivity, 2013. 532 p.
 4. Methodological recommendations for assessing the quality of the environment according to the state of living creatures: approved by Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation (Rosekologiya), 16.10.2003 No. 460-r. URL: <http://www.docs.cntd.ru/document/901879474>
 5. The use of the indicator of fluctuating asymmetry of birch dangling to assess its condition / S.V. Zalesov, B.O. Azbaev, L.A. Belov, J.O. Suyundikov, E.S. Zalesova, A.S. Opletayev // Modern problems of science and education. 2014. No. 5. URL: <http://www.csience – education.ru / 119-14518>
 6. Aboveground phytomass and surface area of the assimilation apparatus of artificial birch stands in the green zone of Astana / S.V. Zalesov, L.A. Belov, A.V. Dancheva, E.S. Zalesova, A.S. Opletayev, Zh.O. Suyundikov // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2015. No. 3 (125). S. 55–62.
 7. Zalesov S.V., Bachurina A.V. Assessment of environmental quality in the territory of the Karabash urban district by the state of the birch hanging // Use and protection of natural resources in Russia. 2019. No. 2. P. 38–41.
 8. Zalesov S.V., Zaripov Yu.V., Frolova E.A. Analysis of the state of undergrowth of young birch (*Betula pendula* Roth.) On the dumps of chrysotile asbestos deposits in terms of fluctuating asymmetry // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova. 2017. No. 1 (46). P. 71–77.
 9. Zalesov S.V., Bachurina A.V., Shevelina A.O. Assessment of the stability of the state of birch at different distances from Ufaleinikel OJSC // Forests of Russia and the economy in them. 2018. Issue. 1 (64). P. 21–27.
 10. Zakharov V.M., Yablokov A.V. Analysis of morphological variability as a method for assessing the state of natural populations // New methods for studying soil animals in radioecological studies. M.: Science, 1985. P. 176–185.
-

УДК 630*41:581.2

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СТВОЛОВЫХ И КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ В ГОРОДСКИХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ И ЛЕСОПАРКАХ

Е. В. КОЛТУНОВ – доктор биологических наук, профессор,
e-mail: evg_koltunov@mail.ru

ФГБУН Ботанический сад УрО РАН,
620000, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202А,
тел: 8 (343) 322-56-37

Ключевые слова: *сосна обыкновенная, стволовые и корневые гнили, городские лесопарки, факторы резистентности.*

Целью исследования было изучение особенностей распространения гнилевых болезней сосны в городских насаждениях и лесопарках и основных факторов снижения ее резистентности. Наличие гнилей определяли методом взятия кернов из ствола и корневых лап. Для этого на пробных площадях закладывались трансекты. Объектом исследований были насаждения сосны в Нижне-Исетском, Калиновском, Юго-Западном лесопарках, лесопарке им. Лесоводов России, городском лесопарке микрорайона

Сортировочный и городских лесонасаждениях. Результаты показали, что, несмотря на незначительные различия среднего возраста сосны в лесопарках, уровень пораженности гнилями значительно различался в первых двух (5–15 и 12–25 %), и в двух следующих (26,9–58,9 и 15–52 %). Очевидно, что уровень резистентности сосны также значительно отличался. Одной из основных причин является большая ослабленность древостоев из-за сильного аэротехногенного загрязнения в сочетании с высокой рекреационной нагрузкой. Важная роль в снижении устойчивости сосны принадлежит и трансформации соотношения легкогидролизуемого азота к P_2O_5 в лесной подстилке. С ростом обеспеченности азотом пораженность сосны гнилями заметно возрастала, с ростом обеспеченности P_2O_5 снижалась. Полученные результаты позволяют предположить, что основными факторами снижения резистентности сосны к гнилям в урбанизированной среде являются возраст сосны, значительное аэротехногенное загрязнение среды и рекреационная дигрессия. Умеренное загрязнение почв вносит менее заметный вклад в снижение иммунитета сосны. Лесопатологическое обследование лесопарков не выявило действующих и затухших очагов гнилей. Поэтому обнаруженные очаги являются хроническими, которые могут не трансформироваться в острые очаги с усыханием древостоя. Скрытый характер инфекции обусловлен снижением иммунитета древостоев из-за значительного аэротехногенного загрязнения в сочетании с рекреационной дигрессией и доминированием ксилотрофных базидиомицетов с пониженной агрессивностью.

FEATURES OF THE STEM AND ROOT ROTS DISTRIBUTION IN URBAN WOODY PLANTS AND FOREST PARKS

E.V. KOLTUNOV – doctor of biol. sciences, professor,
e-mail: evg_koltunov@mail.ru

FSBIS Botanical Garden UrD RAS,
620000, Yekaterinburg, 8 March St., 202A,
phone: 8 (343) 322-56-37

Keywords: Scots pine, stem and root rots, urban forest parks, resistance factors.

The purpose of research was studying of distribution features of rotten pine diseases in urban plantations and forest parks and main factors that reduce its resistance. The presence of rot was determined by taking cores from stem and root paws. To do this, transects were laid on trial plots. The object of research was pine plantations in Lower-Isetsy, Kalinovsky, Southwestern, forest parks, forest park named of Foresters of Russia, city forest park in microdistrict: «Sortirovochny» and urban forest plantations. The results showed that, despite at insignificant differences of pine trees average age in forest parks, level of rot illness varied significantly (5–15; 12–25 %) in first two, and (26,9–58,9 and 15–52 %) in two of following. Obviously, pine resistance levels also significantly differed. One of main reasons is significant weakening of forest stands due to significant aerotechnogenic pollution combined with high recreational influence. An important role in reducing resistance of pine also belongs to transformation of ratio of easily hydrolyzable nitrogen to P_2O_5 in forest litter. With increase nitrogen supply, pine morbidity by rot significantly increased, and with increase in P_2O_5 supply, it decreased. The results obtained suggest that main factors in reducing pine resistance to rot in urbanized environment are: age of the pine, significant aerotechnogenic pollution of environment and recreational digression. Moderate soil contamination makes significantly less noticeable deposition to decrease of pine immunity. Forest pathological examination of forest parks did not reveal active and extinct of rots hotbeds. Therefore, identified hotbeds are chronics, which may not transform into sharp hotbeds with drying out of forest stands. The hidden nature of infection is due to decrease in immunity of stands due to significant aerotechnogenic pollution in combination with recreational digression and dominance of xylophilic basidiomycetes with reduced aggressiveness.

Введение

Уровень и масштабы антропогенного воздействия на городские лесонасаждения и лесопарки постоянно возрастают. Это сопровождается снижением их устойчивости, ростом пораженности болезнями. В условиях урбанизированной среды древесные насаждения в основном подвергаются воздействию аэротехногенных выбросов рекреационной дигрессии. В составе аэротехногенных выбросов автотранспорта преобладает оксид углерода (70 %), углеводороды (19 %), оксиды азота (9 %) [1]. Они вызывают повреждение ассимиляционного аппарата городских лесонасаждений [2]. Другими важными негативными факторами служат аэротехногенное загрязнение городов от промышленных объектов и рекреационная дигрессия. Среднегодовая концентрация SO_2 в атмосфере г. Екатеринбурга составляла 6,7 мкг/м³, а в некоторых городах Свердловской области она была значительно выше [3]. Ранее нами было установлено, что загрязнение почвы в отдельных лесопарках значительное [4, 5]. В отдельных кварталах Юго-Западного лесопарка содержание Cu достигало 3,2–4,2 ПДК, Zn – 3,9 ПДК; в лесопарке им. Лесоводов России: Cu – до 11,5 ПДК, Cd – до 1 ПДК, Zn – до 8,3 ПДК [4, 5].

Цель, задача, методика и объекты исследования

Исходя из этого, основной целью исследования было изучение особенностей распростра-

нения гнилевых заболеваний сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в городских насаждениях и лесопарках в условиях урбанизации и основных факторов снижения резистентности сосны к стволовым и корневым гнилям.

Наличие корневых и стволовых гнилей у древостоев определяли методом взятия кернов из ствола и трех корневых лап. Для взятия кернов внутри пробных площадей закладывались трансекты. Взятие кернов осуществлялось методом случайного отбора проб у деревьев через каждые 10 м с помощью приростного бурава. Пробные площади размером 25 × 25 м закладывались с помощью измерительных инструментов (рулетки и буссоли) в типичных для данного участка условиях.

Результаты исследования и их обсуждение

Особенности распространения гнилевых болезней в древесных насаждениях городских лесопарков г. Екатеринбурга ранее нами уже детально рассматривались [6–11]. Следует отметить, что ниже приводятся результаты исследований в кварталах, которые ранее нами не изучались. Исследования показали, что распространение стволовых и корневых гнилей у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в городских лесопарках варьирует в достаточно широких пределах: от 10–15 % в Нижне-Исетском лесопарке до 50–60 % в Юго-Западном лесопарке и лесопарке им. Лесоводов России.

Как показали результаты, в обследованных нами участках соснового леса лесопарка им. Лесоводов России уровень распространения гнилевых болезней (СГ+КГ) варьировал в диапазоне от 5 до 52 %, что несколько ниже, чем в ранее обследованных кварталах этого лесопарка (табл. 1). Более низким в среднем был и уровень распространения корневых и стволовых гнилей сосняков лесопарка. Корреляционный анализ показал, что, несмотря на очень незначительные различия среднего диаметра сосны на пробных площадях, средний уровень корреляции диаметра древостоев и общей пораженности гнилями (СГ+КГ) высок (0,76; $P < 0,05$). Еще выше он между этим же параметром и процентом пораженности СГ (0,83; $P < 0,05$). Между средним диаметром древостоя и уровнем пораженности КГ он был значительно ниже (0,31; $P < 0,05$). Мы связываем это с хорошо известной зависимостью общей пораженности гнилевыми болезнями (особенно СГ) с возрастом древостоя, различным состоянием древостоя, обусловленным разной посещаемостью участков лесопарка, лесорастительными и почвенными условиями, рельефом местности.

Как показали результаты исследований сосняков Калиновского лесопарка, лесопатологическая ситуация была значительно благоприятнее, чем в предыдущем (табл. 2). Суммарное распространение гнилевых болезней (СГ+КГ) оказалось очень незначительным: от 12,5 до 25 %.

Таблица 1

Table 1

Распространение стволовых и корневых гнилей сосны обыкновенной
в лесопарке им. Лесоводов России г. Екатеринбург
The distribution of stem and root rot of Scots pine in the forest park
named Foresters of Russia, Yekaterinburg

№ПП № TA	Количество деревьев в пробе Number of trees in sample	Средний возраст, лет Average age, years	Средний диаметр деревьев, см The average diameter of the trees, cm	Количество деревьев со стволовыми гнилями, % The number of trees with stem rot, %	Количество деревьев с корневыми гнилями, % The number of trees with root rot, %	Количество деревьев СГ + КГ, % The number of trees with SR + RR, %
21	15	110	34,83	10,0	5,0	15,0
22	15	95	45,2	5,0	0,0	5,0
23	15	90	30,18	16,7	10,0	26,7
24	15	110	42,24	40,0	12,0	52,0
25	15	105	38,72	30,0	10,0	40,0
26	15	90	36,41	21,0	5,0	26,0
27	15	110	35,12	15,2	10,0	25,0

Очень низкими были как уровни распространения стволовых гнилей (от 5 до 12 %), так и корневых (от 5 до 15 %) (см. табл. 2). Корреляционный анализ показал, что наиболее тесная корреляционная

зависимость наблюдалась между возрастом сосняков и уровнем пораженности СГ+КГ ($R = 0,7$; $P < 0,05$), КГ ($R = 0,66$; $P < 0,05$), СГ ($R = 0,53$; $P < 0,05$). Корреляционная взаимосвязь болезней

со средним диаметром сосняков была еще выше: с СГ ($R = 0,71$; $P < 0,05$); КГ ($R = 0,69$; $P < 0,05$); СГ + КГ ($R = 0,84$; $P < 0,05$).

Таблица 2

Table 2

Распространение стволовых и корневых гнилей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)
в Калиновском лесопарке г. Екатеринбург
Distribution of stem and root rot Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)
in Kalinovsky forest park in Yekaterinburg

№ ПП № TA	Количество деревьев в пробе Number of trees in sample	Средний возраст, лет Average age, years	Средний диаметр деревьев, см The average diameter of the trees, cm	Количество деревьев сосны со стволовыми гнилями, % The number of trees with stem rot (%)	Количество деревь- ев сосны с корневыми гнилями, % The number of trees with root rot, %	Количество деревьев сосны СГ + КГ, % The number of trees with SR + RR, %
29	20	102	43,1	10,0	15,0	25,0
30	20	92	40,2	12,0	5,0	17,0
31	20	105	42,7	7,5	10,0	17,5
32	20	85	37,4	5,0	7,5	12,5

Таблица 3

Table 3

Распространение стволовых и корневых гнилей сосны обыкновенной
в условиях городской среды г. Екатеринбурга
Distribution of stem and root rot of Scots pine in the urban environment of Yekaterinburg

Объект Object	Количество деревьев The number of trees	Пораженность СГ + КГ Trees with SR + RR
1. Сосновые насаждения вблизи горбольницы № 40 Pine plantations near the city hospital № 40	20,0	26,2 %
2. Сосновые насаждения городского парка отдыха в микрорайоне Сортировочный Pine plantations of the city leisure park in the microdistrict Sortirovochny	20,0	32,4 %
3. Сосняки в Нижне-Исетском лесопарке Scotch pines in Nijne-Isetsy forest park	100,0	СГ + КГ – 16,4 % SR + RR СГ – 4,0 % SR КГ – 12,4 % RR

В Нижне-Исетском лесопарке распространение стволовых гнилей у сосны было очень низким и составляло 4 % (табл. 3). Корневые гнили у сосны обнаруживались редко, и уровень их распространения варьировал в диапазоне от 0 до 30 %, в среднем – 12,4 %. Лесопатологическое обследование березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в этом лесопарке показало, что стволовые гнили, наоборот, чрезвычайно широко распространены во всех кварталах лесопарка. Общий уровень их распространения варьировал от 60 до 100 %. Источником болезни является трутовик окаймленный. Важной причиной ослабленности является то, что часть березняков имеет порослевое происхождение. Около половины пораженных древостоев характеризуется сильной степенью поражения (от 50 % площади ствола и более). Примерно столько же древостоев находятся в слабой и средней степени поражения

до 40 %. Состояние березы повислой в лесопарке значительно хуже, чем сосны.

Как показали результаты, сосняки городского парка отдыха в микрорайоне Сортировочный также имели невысокий уровень пораженности гнилевыми болезнями. Он составлял в среднем 32,4 %, у сосняков вблизи горбольницы № 40 выявлено 26,2 % деревьев со стволовой гнилью (см. табл. 3). При этом, как и в предыдущем варианте, сопутствующие сосне лиственные древостои также имели более значительный уровень пораженности стволовыми гнилями: осина – 67,1 %, черемуха – 46,2 %.

В Юго-Западном лесопарке распространение стволовых гнилей сосны варьировало от 14,7 до 35,2 %, корневых гнилей – от 10,2 до 23,7 %, суммарное распространение варьировало от 26,9 до 58,9 % (табл. 4). Корреляционная взаимосвязь среднего воз-

раста древостоя и пораженности СГ+КГ; СГ; КГ по результатам анализа составила соответственно 0,39; 0,4; 0,35 ($P < 0,05$).

Исследования показали, что пораженность стволовыми и корневыми гнилями древостоев в городских лесопарках варьирует в широких пределах: от 5 до 16 % в Нижне-Исетском лесопарке, от 12 до 25 % в Калиновском лесопарке, от 26,9 до 58,9 % в Юго-Западном лесопарке и от 15 до 52 % в лесопарке им. Лесоводов России. В целом результаты исследований продемонстрировали, что наиболее низкий уровень распространения гнилевых болезней наблюдался в древостоях Нижне-Исетского (СГ – 4,0 %; СГ+КГ – 16,4 %) и Калиновского лесопарков (СГ – 8,62 %; СГ+КГ – 18 %), а наиболее высокий – в насаждениях Юго-Западного лесопарка (СГ – 21,95 %; СГ+КГ – 37,46 %) и лесопарка им. Лесоводов России (СГ – 19,7 %; СГ+КГ – 27,1 %).

Средний возраст сосны в эти лесопарках различается очень незначительно (Юго-Западный – 101,25 года; Лесоводов России – 101,4 года; Калиновский – 96,25 года; Нижне-Исетский – 98,9 года). Тем не менее уровень резистентности сосны в лесопарках города значительно отличается. Вероятно, одной

из основных причин этого является высокая степень ослабленности древостоев вследствие значительного уровня аэротехногенного загрязнения в сочетании с высокой рекреационной нагрузкой. Кроме того, важная роль в снижении устойчивости сосны, как показано нами ранее [12], принадлежит и трансформации

соотношения легкогидролизуемого азота к P_2O_5 в лесной подстилке в условиях урбанизации. С ростом относительной обеспеченности легкогидролизуемым азотом пораженность сосны гнилевыми болезнями заметно возрастала, с ростом обеспеченности P_2O_5 снижалась.

Таблица 4

Table 4

Распространение гнилевых болезней в городском лесопарке Юго-Западный г. Екатеринбурга
The spread of rotting diseases in an urban forest park South-West of Yekaterinburg

№ ПП № ТА	Количество деревьев в пробе Number of trees in sample	Средний возраст, лет Average age, years	Количество деревьев сосны со стволовыми гнилями, % The number of trees with stem rot, %	Количество деревьев сосны с корневыми гнилями, % The number of trees with root rot, %	Количество деревьев сосны СГ + КГ, % The number of trees with SR + RR, %
13	20	120	26,1	15,3	41,4
14	20	110	21,0	18,0	39,0
15	20	90	18,2	15,5	33,7
16	20	110	22,5	15,1	37,6
17	20	100	20,4	14,1	34,5
18	20	100	14,7	12,2	26,9
19	20	80	17,5	10,2	27,7
20	20	100	35,2	23,7	58,9

Выводы

1. Полученные результаты позволяют предположить, что основными факторами снижения резистентности сосны обыкновенной к гнилевым болезням в урбанизированной среде являются возраст сосны, значительный уровень аэротехногенного загрязнения среды в условиях урбанизации, интенсивная рекреационная дигрессия фитоценозов вследствие высокой посещаемости. Умеренное загрязнение почв

тяжелыми металлами вносит значительно менее заметный вклад в снижение иммунитета сосны обыкновенной по сравнению с указанными выше факторами.

2. При детальном лесопатологическом обследовании городских лесопарков и древесных насаждений не обнаружено действующих и затухших очагов корневой и стволовой гнили. Поэтому есть основания предполагать, что выявленные нами очаги являются хроническими,

которые могут не трансформироваться в острые очаги с усыханием древостоя.

3. Мы предполагаем, что скрытый хронический характер развития инфекции обусловлен двумя факторами: снижением иммунитета древостоев из-за высокого уровня аэротехногенного загрязнения и рекреационной дигрессии и доминированием генотипов ксилотрофных базидиомицетов с пониженной агрессивностью.

Библиографический список

1. Гурьев Г.А., Тутыгин Г.С. Оценка загрязнённости придорожной полосы автомобильных дорог // Экологические проблемы Европейского Севера: [сб. науч. тр.]. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1996. С. 90–96.
2. Титов А. Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжёлые металлы и растения. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2014. 194 с.
3. Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет 1998–2007 гг. / Э.Ю. Безуглая, Е.К. Завадская, Т.П. Ивлева, И.В. Смирнова, И.А. Воробьева // Росгидромет. СПб. 2009. 133 с.
4. Залесов С.В., Лаишевцев Р.Н., Колтунов Е.В. Содержание тяжёлых металлов в почвах лесопарков г. Екатеринбурга // Аграрн. вестник Урала. 2009. № 6 (60). С. 71–72.
5. Залесов С.В., Лаишевцев Р.Н., Колтунов Е.В. Содержание тяжелых металлов в хвое и листьях сосны обыкновенной в лесопарках Екатеринбурга // Леса России и хоз-во в них. Екатеринбург, 2007. Вып. 1. С. 238–246.
6. Колтунов Е.В. Корневые и стволовые гнили сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях антропогенного воздействия // Современ. проблемы науки и образования. 2011. № 6. URL: [http:// www.science-education.ru/pdf/2011/6/251.pdf](http://www.science-education.ru/pdf/2011/6/251.pdf)
7. Колтунов Е.В., Залесов С.В., Лаишевцев Р.Н. Основные факторы пораженности сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках // Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 56–58.
8. Колтунов Е.В., Залесов С.В. Корневые и стволовые гнили сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в Нижне-Исетском лесопарке г. Екатеринбурга // Аграрн. вестник Урала. 2009. № 1 (55). С. 73–76.
9. Колтунов Е.В., Залесов С.В., Лаишевцев Р.Н. Корневая и стволовая гнили сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесопарках г. Екатеринбурга // Леса России и хоз-во в них. Екатеринбург, 2007. Вып. 1 (29). С. 247–261.
10. Бунькова Н.П., Залесов С.В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках Екатеринбурга. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016.
11. Колтунов Е.В., Залесов С.В., Демчук А.Ю. Корневые и стволовые гнили и состояние древостоев Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга в условиях различной рекреационной нагрузки // Аграрн. вестник Урала. 2011. № 8 (87). С. 43–46.
12. Веселкин Д.В., Колтунов Е.В., Кайгородова С.Ю. Влияние агрохимических свойств почв на распространение корневых и стволовых гнилей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в урбанизированных лесах // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. 2013. 15(3). С. 249–255.

Bibliography

1. Guryev G.A., Tutygin G.S. Assessment of roadside pollution of highways // Ecological problems of the European North: [digest of scientific works]. Yekaterinburg, 1996. P. 90–96.
2. Titov A.F., Kaznina N.M., Talanova V.V. Heavy metals and plants. Petrozavodsk: KSC RAS, 2014. 194 p.
3. Air quality in the largest cities of Russia for ten years 1998–2007 / E.Yu. Bezuglaya, E.K. Zavadsкая, T.P. Ivleva, I.V. Smirnova, I.A. Vorobyeva // Roshydromet. Sankt Peterburg, 2009. 133 p.
4. Zalesov S.V., Koltunov E.V. The content of heavy metals in the soils of Yekaterinburg forest parks // Agrarian Bulletin of the Urals. 2009. № 6 (60). P. 71–72.
5. Zalesov S.V., Laishevtsev R.N., Koltunov E.V. The content of heavy metals in the needles and leaves of common pine in the forest parks of Yekaterinburg // Forests of Russia and the establishment in them. Yekaterinburg, 2007. Issue. 1. P. 238–246.
6. Koltunov E.V. Root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) under anthropogenic effects // Modern problems of science and education. 2011. No 6. URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2011/6/251.pdf>

7. Koltunov E.V., Zalesov S.V., Laishchev R.N. The main factors of pine affection by root and stem rot in urban forest parks // Plant protection and quarantine. 2008. No. 2. P. 56–58.
8. Koltunov E.V., Zalesov S.V. Root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) In the Nijne-Isetsy forest park of Yekaterinburg // Agrarian Bulletin of the Urals. 2009. No 1 (55). P. 73–76.
9. Koltunov E.V., Zalesov S.V., Laishchev R.N. Root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) in forest parks of Yekaterinburg // Forests of Russia and the economy in them. Yekaterinburg, 2007. Issue. 1 (29). P. 247–261.
10. Bunkova N.P., Zalesov S.V. Recreational stability and capacity of pine plantations in the forest parks of Yekaterinburg. Yekaterinburg: Ural State Forestry University, 2016.
11. Koltunov E.V., Zalesov S.V., Demchug A.Yu. Root and stem rot and the state of the stands of the Shartash forest park in Yekaterinburg under different recreational loads // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. No. 8 (87). P. 43–46.
12. Veselkin D.V., Koltunov E.V., Kaygorodova S.Yu. The influence of agrochemical properties of soils on the distribution of root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) in urban forests // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. 15 (3). P. 249–255.

УДК 630*524.39+630*174.754

УДЕЛЬНАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ БИОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ В ГРАДИЕНТАХ ТОКСИЧНОСТИ ВБЛИЗИ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ УРАЛА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЕЕ ОЦЕНКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ

В. А. УСОЛЬЦЕВ – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры прикладной информатики*,
главный научный сотрудник,

ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН
620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 марта, 202а
тел.: 8 (343) 254-61-59, e-mail: Usoltsev@mail.ru

А. Ф. УРАЗОВА – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии
и оборудования лесопромышленного производства*,
e-mail: ura-alina@mail.ru

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел. 8 (343) 254-61-59

А. В. БОРНИКОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель,
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»,
460014, Россия, Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.
тел. 8 (353) 277-71-94,
e-mail: bornikov87@mail.ru

Ключевые слова: елово-пихтовые древостои, модельные деревья, пробные площади, медеплавильный завод, индекс токсичности, регрессионный анализ.